

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-022672

(43)Date of publication of application : 21.01.1997

(51)Int.Cl.

H01J 31/12  
G09F 9/313  
H01J 29/18  
H01J 29/30

(21)Application number : 07-172422

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 07.07.1995

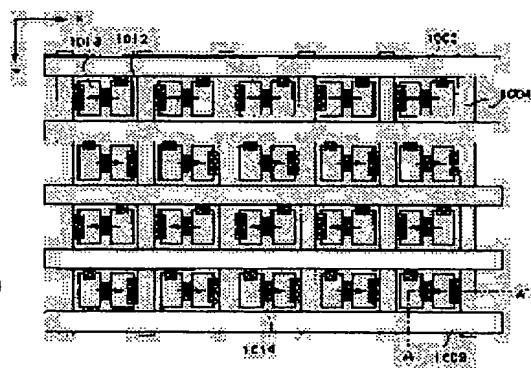
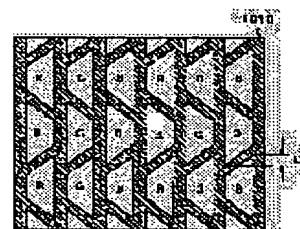
(72)Inventor : NAKAMURA NAOHITO  
MITSUTAKE HIDEAKI

## (54) IMAGE DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable the fine division of image and to provide an image display device of high quality by forming the shape of the phosphor, which is to be arranged in response to electron emitting elements arranged in the matrix shape, into the distribution shape of the electron to be emitted.

**SOLUTION:** Plural electron emitting elements, which are arranged in the matrix-shape, respectively have a pair of element electrodes 1012, 1013 and an electron emitting part 1014 between the electrodes. Connection of the Y-axial wiring 1004 and the element electrode is performed so that the connecting direction is reversed per each line, and the electric potential thereof is set higher than that of the X-axial wiring 1003, and the electron is emitted from the electron emitting part in the direction showed with a figure, and the direction to be formed with a beam spot is reversed per each line. The phosphor in three primary colors arranged in response to each electron emitted from the electron emitting part is formed into the asymmetric trapezoid in relation to the Y axis, and the picture elements can be arranged at a high density so as to improve the electron beam utilizing efficiency. Fine division of image is thereby enabled.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-22672

(43) 公開日 平成9年(1997) 1月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 31/12			H 0 1 J 31/12	C
G 0 9 F 9/313		7426-5H	G 0 9 F 9/313	
H 0 1 J 29/18			H 0 1 J 29/18	C
29/30			29/30	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平7-172422

(22) 出願日 平成7年(1995) 7月7日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 中村 尚人

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者 光武 英明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

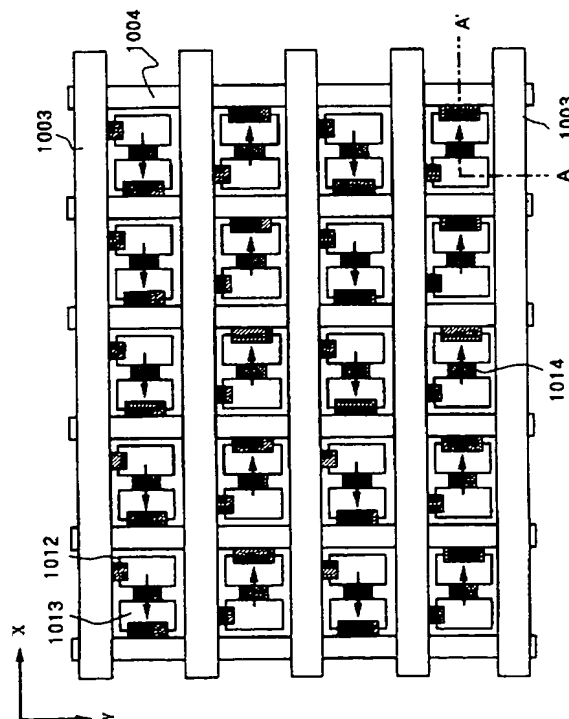
(74) 代理人 弁理士 大塚 康德 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 電子放出素子の電子放出の特性を十分考慮し、かつ利用した蛍光体形状とすることにより、表示画面素密度の向上を図った画像表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 基板上に形成された一対の素子電極間に電子放出部を有し、前記素子電極間に電圧を印加することで電子放出する冷陰極型の電子放出素子がマトリクス形状に複数配置された電子源よりの電子の照射を受けて画像を形成する蛍光体を有し、その蛍光体のそれぞれは電子放出素子のそれぞれに対応して配設され、蛍光体のそれぞれの形状は、電子放出素子より到達する電子のほぼ分布形状に合うようにほぼ台形形状であり、行毎にその形状が列方向 (Y 軸) を対称軸として反転している。又これに合わせて、マトリクス状に配線された電子放出素子では、一対の素子電極のそれぞれと行方向配線及び列方向配線との接続が行毎に変更され、駆動方法を変更することなく、各行毎に素子電極に印加する電界方向を矢印の如く切替えることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成された一対の素子電極間に電子放出部を有し、前記素子電極間に電圧を印加することで電子放出する冷陰極型の電子放出素子がマトリクス形状に複数配置された電子源と、複数の電子放出素子から放出された電子の照射を受けて画像を形成する蛍光体を有する画像形成手段とを有し、前記蛍光体は前記電子放出素子のそれぞれに対応して配設され、前記蛍光体のそれぞれの形状は前記電子放出素子より到達する電子のほぼ分布形状であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 前記蛍光体のそれぞれの形状が Y 軸方向に関して非対象であり、かつ任意の行の蛍光体が列方向において隣接する行の蛍光体に対して Y 軸方向に関する対称性が反転していることを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】 前記一対の素子電極間に印加される電界の方向が、任意の行の電子放出素子と、列方向において隣接する行の対応する電子放出素子とで反転していることを特徴とする請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】 前記蛍光体のそれぞれの形状は、ほぼ台形状であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 5】 前記蛍光体の形状は、ある行における蛍光体形状を隣接する行において Y 軸に関して対称性を反転させた形状を有し、隣接する行同士で前記蛍光体同士の Y 軸方向の重なり余裕が大きくなることを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 6】 前記マトリクス形状の配線は、前記一対の素子電極の一方が行方向の配線に結線され、他方の素子電極が列方向配線に結線されてなり、前記一対の素子電極のそれぞれと前記行方向配線及び列方向配線との配線が、前記マトリクスの行毎に入れ代わっていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 7】 前記マトリクス形状は、前記一対の素子電極の一方が行方向の配線に結線され、他方の素子電極が列方向配線に結線されることにより配線され、前記行方向配線に走査信号が入力され、前記列方向配線に変調信号が入力されることにより画像情報信号に応じて前記電子放出素子より電子が放出されることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 8】 前記冷陰極型の電子放出素子は、表面伝導型放出素子であることを特徴とする請求項 1～乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 9】 前記画像形成手段は、前記電子放出素子が形成された基板に対向して配置され、前記複数の電子放出素子から放出された電子の照射を受けて発光する前記蛍光体を含むフェースプレートを含むことを特徴とする請求項 1～乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像表示装

置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばディスプレイやTV表示器等の画像表示装置に係り、特に冷陰極型の電子放出素子をマトリクス形状に配置した画像表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、電子を放出させて蛍光体に衝突させて発光させることにより画像を表示する画像表示装置では、その電子を放出する真空雰囲気を維持する外圍器、電子を放出させるための電子源（電子放出素子）と、その駆動回路、更には電子の衝突により発光する蛍光体等を有する画像形成部材、電子を画像形成部材に向けて加速するための加速電極と、その加速電極に加速電圧を印加するための高圧電源などが必要である。

【0003】従来から、電子放出素子としては、熱陰極素子と冷陰極素子の2種類が知られている。このうち冷陰極素子では、例えば、表面伝導型電子放出素子や、電界放出型素子（以下FE型と記す）や、金属／絶縁層／金属型放出素子（以下MIM型と記す）、などが知られている。

【0004】表面伝導型電子放出素子としては、例えば、M. I. Elinson Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290. (1965)や、後述する他の例が知られている。

【0005】表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリソン(Elinson)等によるSnO<sub>2</sub>薄膜を用いたものの他に、Au薄膜によるもの[G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317(1972)]や、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SnO<sub>2</sub>薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)]や、カーボン薄膜によるもの[荒木久 他：真空、第26巻、第1号、22 (1983)]等が報告されている。

【0006】これらの表面伝導型電子放出素子の素子構成の典型的な例として、M. Hartwellらによる素子の平面図を図23に示す。同図において、3001は基板で、3004はスパッタで形成された金属酸化物よりなる導電性薄膜である。この導電性薄膜3004は図示のようにH字形の平面形状に形成されている。この導電性薄膜3004に後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより、電子放出部3005が形成される。尚、図中の間隔Lは、0.5～1 [mm]、Wは0.1 [mm]で設定されている。また、図示の便宜から、電子放出部3005は導電性薄膜3004の中央に矩形状で示したが、これは模式的なものであり、実際の電子放出部の位置や形状を忠実に表現しているわけではない。

【0007】M. Hartwellらによる素子を初めとして上述の表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜3004に通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより電子放出部3005を形成するのが一般的であった。即ち、通電フォーミングとは、導電性薄膜3004の両端に一定の直流電圧、もしくは、例えば1V/分程度の非常にゆっくりとしたレートで昇圧する直流電圧を印加して通電し、導電性薄膜3004を局所的に破壊もしくは変形もしくは変質せしめ、電氣的に高抵抗な状態の電子放出部3005を形成することである。尚、局所的に破壊もしくは変形もしくは変質した導電性薄膜3004の一部には亀裂が発生する。そして、この通電フォーミング後に導電性薄膜3004に適宜の電圧を印加した場合には、その亀裂付近において電子放出が行われる。

【0008】また、FE型の例は、例えば、W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956)や、或は、C. A. Spindt, "Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976)等が知られている。

【0009】FE型の素子構成の典型的な例として、図24に前述のC. A. Spindtらによる素子の断面図を示す。同図において、3010は基板で、3011は導電材料よりなるエミッタ配線、3012はエミッタコーン、3013は絶縁層、3014はゲート電極である。本素子は、エミッタコーン3012とゲート電極3014の間に適宜の電圧を印加することにより、エミッタコーン3012の先端部より電界放出を起こさせるものである。

【0010】また、FE型の他の素子構成として、図24のような積層構造ではなく、基板上に基板平面とほぼ平行にエミッタとゲート電極を配置した例もある。

【0011】また、MIM型の例としては、例えば、C. A. Mead, "Operation of tunnel-emission Devices, J. Appl. Phys., 32, 646 (1961)などが知られている。このMIM型の素子構成の典型的な例を図25に示す。同図は断面図であり、この図において、3020は基板で、3021は金属よりなる下電極、3022は厚さ1000Å程度の薄い絶縁層、3023は厚さ80~300Å程度の金属よりなる上電極である。MIM型においては、上電極3023と下電極3021との間に適宜の電圧を印加することにより、上電極3023の表面より電子放出を起こさせるものである。

【0012】上述の冷陰極素子は、熱陰極素子と比較して低温で電子放出を得ることができるため、加熱用ヒータを必要としない。従って、熱陰極素子よりも構造が単純であり、微細な素子を作成可能である。また、基板上に多数の素子を高い密度で配置しても、基板の熱溶融な

どの問題が発生しにくい。また、熱陰極素子がヒータの加熱により動作するため応答速度が遅いのは異なり、冷陰極素子の場合には応答速度が速いという利点もある。

【0013】このため、冷陰極素子を応用するための研究が盛んに行われてきている。

【0014】例えば、表面伝導型電子放出素子は、冷陰極素子の中でも特に構造が単純で製造も容易であることから、大面積に亘って多数の素子を形成できる利点がある。そこで、例えば本件出願人による特開昭64-31332号公報において開示されるように、多数の素子を配列して駆動するための方法が研究されている。

【0015】また、表面伝導型放出素子の応用については、例えば、画像表示装置、画像記録装置などの画像形成装置や、荷電ビーム源、等が研究されている。

【0016】特に、画像表示装置への応用としては、例えば本件出願人によるUSP 5,066,883や特開平2-257551号公報や特開平4-28137号公報において開示されているように、表面伝導型電子放出素子と電子ビームの照射により発光する蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置が研究されている。このような表面伝導型電子放出素子と蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置は、従来の他の方式の画像表示装置よりも優れた特性が期待されている。例えば、近年普及してきた液晶表示装置と比較しても、自発光型であるためバックライトを必要としない点や、視野角が広い点が優れていると言える。

【0017】また、FE型を多数個ならべて駆動する方法は、例えば本件出願人によるUSP4,904,895に開示されている。また、FE型を画像表示装置に応用した例として、例えば、R. Meyerらにより報告された平板型表示装置が知られている。[R. Meyer: "Recent Development on Microtips Display at LETI", ech. Digest of 4th Int. Vacuum Micro-electronics Conf., Nagahara. p. 6-9 (1991)]

また、MIM型を多数個並べて画像表示装置に応用した例は、例えば本件出願人による特開平3-55738号公報に開示されている。

#### 【0018】

【発明が解決しようとする課題】本願発明者らは、上記従来技術に記載したものを初めとして、さまざまな材料、製法、構造の冷陰極素子を試みてきた。更に、多数の冷陰極素子を配列したマルチ電子ビーム源、ならびにこのマルチ電子ビーム源を応用した画像表示装置について研究を行ってきた。

【0019】本願発明者らは、例えば、図26に示す電氣的な配線方法によるマルチ電子ビーム源を試みてきた。即ち、冷陰極素子を2次元的に多数個配列し、これらの素子を図示のようにマトリクス状に配線したマルチ電子ビーム源である。

【0020】 図中、4001は冷陰極素子を模式的に示したもの、4002は行方向配線、4003は列方向配線である。行方向配線4002及び列方向配線4003は、実際には有限の電気抵抗を有するものであるが、図においては配線抵抗4004及び4005として示されている。上述のような配線方法を、単純マトリクス配線と呼ぶ。

【0021】 尚、図示の便宜上、 $6 \times 6$ のマトリクスで示しているが、マトリクスの規模はむしろこれに限ったわけではなく、例えば画像表示装置用のマルチ電子ビーム源の場合には、所望の画像表示を行うのに足りるだけの素子を配列し配線するものである。

【0022】 冷陰極素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源においては、所望の電子ビームを出力させるため、行方向配線4002及び列方向配線4003に適宜の電気信号を印加する。例えば、マトリクスの中の任意の1行の冷陰極素子を駆動するには、選択する行の行方向配線4002には選択電圧 $V_s$ を印加し、同時に非選択の行の行方向配線4002には非選択電圧 $V_{ns}$ を印加する。これと同期して列方向配線4003に電子ビームを出力するための駆動電圧 $V_e$ を印加する。この方法によれば、配線抵抗4004及び4005による電圧降下を無視すれば、選択する行の冷陰極素子には、 $(V_e - V_s)$ の電圧が印加され、また非選択行の冷陰極素子には $(V_e - V_{ns})$ の電圧が印加される。これら $V_e$ 、 $V_s$ 、 $V_{ns}$ の電圧値を適宜の大きさにすれば、選択する行の冷陰極素子だけから所望の強度の電子ビームが出力されるはずであり、また列方向配線の各々に異なる駆動電圧 $V_e$ を印加すれば、選択する行の素子の各々から異なる強度の電子ビームが出力されるはずである。また、駆動電圧 $V_e$ を印加する時間の長さを変えれば、電子ビームが出力される時間の長さも変えることができる。

【0023】 従って、冷陰極素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源はいろいろな応用可能性があり、例えば画像情報に応じた電気信号を適宜印加すれば、画像表示装置用の電子源として好適に用いることができる。

【0024】 また、本願出願人により、簡単な構造で、電子ビームの集束性を高めることができる構成が研究されている。例えば特開平2-112125号には、高電位側電極の周囲に接して電子放出部を設け、更にこの電子放出部の周囲に接して低電位側電極を配設することにより、この低電位側電極から高電位側電極へ向かう電場により電子ビームを集束させ得ることが開示されている。

【0025】 しかしながら、従来の画像形成装置においては、前記複数の電子放出素子から放出された電子の各々に対応して画像形成部材上に形成された部位である画素の形状が、表面伝導型電子放出素子の特性を十分考慮

したものではなかった。

【0026】 例えば、従来の画像形成装置において、蛍光体の形状は図27(A)(B)に示すように、もっとも一般的には通常CRTに用いられているようなストライプ形(A)状、或は円形状(B)であった。或いは、矩形や亀甲形を基盤目状や蜂の巣状に配置したもの等もあるが、いずれも、表面伝導型電子放出素子の電子放出特性から見て最適な形状とはいえず、画素密度の向上による高精細化や放出電子の利用効率の点からみても、最適な形状とはいえないことが、本願発明者らの研究の結果分かってきた。

【0027】 本発明は上記従来例に鑑みてなされたもので、電子放出素子の電子放出の特性を十分考慮し、かつ利用した蛍光体形状とすることにより、表示画素密度の向上を図った画像表示装置を提供することを目的とする。

【0028】 又本発明の他の目的は、電子放出される電子の分布特性に応じた蛍光体の形状とすることにより、画像の高精細化が可能で高品位な画像を表示できる画像表示装置を提供することにある。

【0029】 また本発明の目的は、マトリクス形状の配列された複数の電子放出素子が、行毎に電子放出素子に印加する電界方向を変更するように配線されていることにより、前記複数の電子放出素子の駆動方法を変更することなく、蛍光体の形状に応じて各行毎に電子ビームの形状を変更して発光させることができる画像表示装置を提供することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明の画像表示装置は以下のような構成を備える。即ち、基板上に形成された一対の素子電極間に電子放出部を有し、前記素子電極間に電圧を印加することで電子放出する冷陰極型の電子放出素子がマトリクス形状に複数配置された電子源と、複数の電子放出素子から放出された電子の照射を受けて画像を形成する蛍光体を有する画像形成手段とを有する。

【0031】

【発明の実施の形態】 以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0032】 図1は、本実施の形態に用いたディスプレイパネル2100の斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの1部を切り欠いて示している。

【0033】 図中、1005はリアプレート、1006は側壁、1007はフェースプレートであり、1005～1007により表示パネルの内部を真空中に維持するための気密容器を形成している。気密容器を組み立てるにあたっては、各部材の接合部に十分な強度と気密性を保持させるため封着する必要があるが、例えばフリットガラスを接合部に塗布し、大気中あるいは窒素雰囲気中で、摂氏400～500度で10分以上焼成することに

より封着を達成した。気密容器内部を真空中に排気する方法については後述する。

【0034】リアプレート1005には、基板1001が固定されているが、この基板1001上には冷陰極素子1002がN×M個形成されている。(ここでN, Mは“2”以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。例えば、高品位テレビジョンの表示を目的とした表示装置においては、N=3000, M=1000以上の数を設定することが望ましい。本実施の形態においては、N=3072, M=1024)とした。前記N×M個の冷陰極素子は、M本の行方向配線1003とN本の列方向配線1004とにより単純マトリクス配線されている。前記、1001~1004によって構成される部分をマルチ電子ビーム源と呼ぶ。尚、マルチ電子ビーム源の製造方法や構造については、後で詳しく述べる。

【0035】本実施の形態においては、気密容器のリアプレート1005にマルチ電子ビーム源の基板1001を固定する構成としたが、マルチ電子ビーム源の基板1001が十分な強度を有するものである場合には、気密容器のリアプレートとしてマルチ電子ビーム源の基板1001自体を用いてもよい。

【0036】また、フェースプレート1007の下面には、蛍光膜1008が形成されている。

【0037】本実施の形態ではカラー表示装置であるため、蛍光膜1008の部分にはCRTの分野で用いられる赤、緑、青の3原色の蛍光体が塗り分けられている。各色の蛍光体は、電子源の個々の電子放出素子から放出された電子の各々に対応して、それぞれ画素を形成しており、また図2に示すように、Y軸に関して大きさ(塗布面積)が非対称な台形の形状にて形成されている。具体的には、台形状でY方向に隣接する画素毎に塗り分けられ、蛍光体の間には黒色の導電体1010が設けられている。黒色の導電体1010を設ける目的は、電子ビームの照射位置に多少のずれがあっても表示色にずれが生じないようにする事や、外光の反射を防止して表示コントラストの低下を防ぐ事、電子ビームによる蛍光膜のチャージアップを防止する事などである。黒色の導電体1010には、黒鉛を主成分として用いたが、上記の目的に適するものであればこれ以外の材料を用いても良い。尚、画素を形成する蛍光体の形状は台形の他3角形や扇形でも良い。このようにY軸に関して非対称な形状の画素にて均一に発光が得られる場合、画素の対称性をY方向に関して隣合った画素毎に反転されることにより、図2に示したように、画素をY方向について重ねることができる(図中Dの部分)ため、画素をより高密度に配置でき、かつ電子ビームの利用効率を高めることができる。

【0038】また、蛍光膜1008のリアプレート側の面には、CRTの分野では公知のメタルバック1009

を設けてある。このメタルバック1009を設けた目的は、蛍光膜1008が発する光の一部を鏡面反射して光利用率を向上させるためや、負イオンの衝突から蛍光膜1008を保護するため、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させるため、蛍光膜1008を励起した電子の導電路として作用させるためなどである。メタルバック1009は、蛍光膜1008をフェースプレート基板1007上に形成した後、蛍光膜表面を平滑化处理し、その上にA1を真空蒸着する方法により形成した。尚、蛍光膜1008に低電圧用の蛍光体材料を用いた場合には、メタルバック1009は用いない。

【0039】また、本実施の形態では用いなかったが、加速電圧の印加用や蛍光膜の導電性向上を目的として、フェースプレート基板1007と蛍光膜1008との間に、例えばITOを材料とする透明電極を設けてもよい。

【0040】また、Dx1~Dxm及びDy1~Dym及びHvは、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電氣的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。Dx1~Dxmはマルチ電子ビーム源の行方向配線1003と、Dy1~Dymはマルチ電子ビーム源の列方向配線1004と、Hvはフェースプレートのメタルバック1009と電氣的に接続されている。

【0041】また、気密容器内部を真空中に排気するには、気密容器を組み立てた後、不図示の排気管と真空ポンプとを接続し、気密容器内を10のマイナス7乗[Torr]程度の真空度まで排気する。その後、排気管を封止するが、気密容器内の真空度を維持するために、封止の直前あるいは封止後に気密容器内の所定の位置にゲッター膜(不図示)を形成する。ゲッター膜とは、例えばBaを主成分とするゲッター材料をヒータもしくは高周波加熱により加熱し蒸着して形成した膜であり、該ゲッター膜の吸着作用により気密容器内は1×10マイナス5乗ないしは1×10マイナス7乗[Torr]の真空度に維持される。

【0042】以上、本発明実施の形態の表示パネルの基本構成と製法を説明した。

【0043】次に、図2に示すような形状の蛍光体を用いた利点を説明する。

【0044】基板上に形成された一対の素子電極間に電子放出部を有し、該素子電極間に電圧を印加することで電子放出する冷陰極型電子放出素子、例えば表面伝導型電子放出素子においては、基板上に形成された薄膜の膜面に平行な電流を流すために、薄膜に接続された電極には基板面と平行に電圧が印加され、これにより電子放出する。このため、放出された電子は、電圧印加により形成される電場の影響を受け、高電位な電極側に偏向されたり、軌道が曲げられたりする。この結果、画像形成部材に衝突した時の電子ビームスポットの形状が変形したり、歪んだものとなる。

【0045】図3(A)(B)に示したような構成の装置にて観察した画像形成部材上のビームスポットの形状を図4に示す。

【0046】図3(A)は本実施の形態の画像表示装置における1画素の表示部分の拡大図、図3(B)は、電子放出を説明するための側面図で、前述の図1と共通する部分は同じ番号で示している。

【0047】図3(A)において、1019はフェースプレート1007上に電子ビームにより形成されたスポット形状を示している。1015はガラス板、1008は蛍光膜、1009はメタルバックである。1020は本実施の形態の電子放出素子を駆動するための電源で、その出力電圧は $V_f$ である。1024は電子放出素子から放出された電子を加速するための加速電圧電源で、その出力電圧は $V_a$ である。1012, 1013は基板1001に形成された素子駆動用電極で、1012は低電位側の電極、1013は高電位側の電極を示している。1014は電子放出部である。

【0048】図3(B)に示すように、電子放出部1014より放出された電子のほとんどは点線で示すような軌跡を描いて蛍光面に到達すると考えられる。

【0049】ここで図4に示すような形状のビームスポット1019が形成される理由、即ち、電子ビームがX, Y方向にある程度広がりを持ち、かつ高電位の素子電極1013側(図中Xプラス方向)の面積が大きいほぼ扇形の形状にて画像形成部材(フェースプレート)に到達する理由は、表面伝導型電子放出素子の電子放出機構について完全に解明されてはいないので明確ではないが、本発明者らは、電子の放出機構については、幾多の実験から初速度を持った電子があらゆる方向へ散乱されるように放出されていると考えている。

【0050】また、あらゆる方向へ放出される電子のうち、高電位の素子電極1013側方向(図中Xプラス方向)に放出された電子がビームスポット1019の先端部1021に到達し、低電位の素子電極1012方向(図中Xマイナス方向)に放出された電子がビームスポット1019の尾部1022に到達すると考えられる。但し、ビームスポット1019の尾部1022の輝度は、他の部分に比べて低いため、低電位の素子電極1012側方向に放出される電子の量は非常に少ないと推察される。

【0051】また、Y方向の初速度成分を持った電子について考えると、図3において、電子放出部1014のY方向端側より放出された電子は素子電極1012, 1013の端部の影響を受け、電子放出部1014のY方向中央付近から放出された電子とはフェースプレート1007への到達点が徐々に異なる。このため、図4に示すように、ビームスポット全体の内の先端部、即ちXプラス方向の初速度成分を持って放出された電子により形成される部分(X方向の初速度=0にて放出された電子

がビームスポットの中心軸1023に達すると考えられるから、中心軸1023よりXプラス方向の部分に到達した電子は、電子放出部1014から放出された時には、Xプラス方向の初速度成分を有していたと考えられる)が半円形或いは半楕円形となることが、コンピュータ・シミュレーションにより、ほぼ判明している。

【0052】いずれにせよ、基板1011上に並設された素子電極1012, 1013間に駆動電圧 $V_f$ を印加することにより、基板1001にほぼ平行な電界が生じる状態で電子放出する表面伝導型電子放出素子のような素子においては、例えば複数個の電子放出部1014が高電位側素子電極を囲んで軸対称な位置に配置されている、或いはビーム形状の補正用電極を有するといった、なんらかの補正がない場合、ビームスポット1019の形状は、素子電極1012, 1013間に印加する電圧の方向と垂直な軸に関して非対称な形状となることは避けられない。このように、ビームスポット1019の形状が非対称であること自体は、画像表示装置への応用に際して、特に大きな支障となるとは考えられない。

【0053】但し、上述したような表面伝導型電子放出素子をはじめとする、電子放出素子を形成した基板面とはほぼ平行な電界を形成することで電子放出する電子源においては、その電子放出特性の傾向、即ち、電圧印加方向と垂直な軸に関して非対称なビームスポットとなることを考慮せず、従来と同様な画像形成部材の画素配列を採用する場合には、放出された電子ビームを有効に利用することができず、更に画素密度を向上する点でも不利であると考えられる。

【0054】図5は、従来のストライプ形状の蛍光膜に表面伝導型電子放出素子を用いた電子源から電子ビームが照射されている状態を模式的に示した図である。

【0055】図から分かる通り、Y方向において、隣接するビームスポット1019同士が重ならないように、各画素として区別できるようにするためには、ビームスポットの間隔を $P_y'$ とする必要がある。ここで、各ビームスポット1019のサイズが同一であれば、本実施の形態のY方向画素ピッチ $P_y$ (図6参照)は、明らかに $P_y'$ より小さくできることがわかる。

【0056】又この時、図中、Sで示された部分(1つの画素を代表して示す)は、電子が照射されないか、或はビームスポット1019の尾部に相当する部分で、輝度が低く暗い部分であるが、図のような従来のストライプ配列の蛍光面では、ビームスポット同士の重なりを回避するために必要な部分である。

【0057】従って、各画素を形成する蛍光体上に輝度の低い部分が生じるが、そのような部分の発生は避けられないものであるため、電子ビームの利用効率(画像形成部材に蛍光体を用いているので、この場合、電子エネルギーの光への変換効率)が低下する。

【0058】これに対し本実施の形態では、形成される



画素形状を電子ビームスポット 1019 の形状にほぼ近似したものとしているため、図中 Y 方向に関しては、より高密度に画素を配列できると共に、ビームスポット 1019 の尾部の部分の蛍光体（画像形成部材）は面積が小さくなっており、電流密度の小さい部分に無駄な蛍光体（画像形成部材）を配置していないので、放出された電子ビームを有効に光等に変換できる。

【0059】次に、本実施の形態における画素形状の構成と電子放出方向について、更に詳しく説明する。まず、画素の形状については、コントラストの向上と隣接する蛍光体（画像形成部材）のはみ出し等を防ぐために、一般的に設けられるブラックストライプやブラックマトリクスと呼ばれる黒色部材を、まず印刷などの製法で形成し、その空間部に R、G、B の蛍光体を、やはり印刷等で形成すれば良い。即ち、画素形状に関しては、概ね任意の画素形状を、従来の CRT や、PDP 等で用いられた方法で作製できる。

【0060】本実施の形態では、図 6 に示すように、Y 軸に関して片側の面積が大きい非対称な形状（台形状）の画素が表示されるように、X 軸方向に沿った行毎に 20 対称性を反転させて蛍光体を形成している。これにより、Y 軸方向に表示される画素をオーバーラップさせるようにして、Y 軸方向の画素密度を向上させている。但し、行毎に対称性を反転させた蛍光体に対応させて、電子放出素子に対する電圧の印加方向も行毎に反転させなければならない。即ち、図 4 に示すようなビームスポット 1019 が形成される方向を行毎に反転しなければならない。

【0061】以下詳しく説明する。

【0062】図 7 は、基板 1001 上に形成された複数の 30 素子電極対 1201 を示し、各電極対 1201 の間に電子放出部 1014 が形成される。ここでは Y 軸方向（列方向）の配線に印加される電位を高電位に、X 軸方向の配線に印加される電位を低電位とすると、電子放出部より放出される電子は列方向配線と結線された素子電極側にビームの先端部がくる形状になる。このビームの先端部側が、ビームスポット 1019 の面積が大きくなっている方向である。

【0063】図 8 は、素子電極対 1201 と他の電極対との間に Y 軸方向の配線 1004 を設けた状態を示す図 40 である。

【0064】このように、図 7 に示されるように、電子放出部（または電子放出部が形成される部分）を挟む一対の素子電極 1201 をほぼ対称な形で作製して、行及び列方向にほぼ一定の間隔で配置しておき、次に図 8 に示すように、一対の素子電極 1201 同士の行方向（X 方向）の、ほぼ中央を列方向配線 1004 が通るように配線し、更に図 9 に示すように、一行毎に、列方向配線 1004 と素子電極とを結線する方向を、Y 軸について行毎に反対にする。即ち、ある行において列方向配線 1

004 と左側の素子電極とを結線電極 1202 にて結線すると、その次の行では、右側の素子電極と列方向配線 1004 とを接続し、更にその次の行では、再び列方向配線 1004 と左側の素子電極とを結線電極 1202 にて結線する。

【0065】図 9 は、素子電極対 1201 それぞれの一方の電極と列方向の配線 1004 とを接続部 1202 により接続した状態を示す図で、この列方向の配線 1004 に接続された電極が、図 3 に示す高電位の電極 1013 となる。

【0066】更に図 10 は、列方向の配線 1004 に加えて、行方向（X 軸方向）の配線 1003 を敷設した状態を示す図である。これら Y 軸方向の配線 1004 と X 軸方向の配線 1003 とは、互いに異なる層に配設される多層基板で構成されている。そして、一対の素子電極 1201 の未結線側と行方向配線 1003 とを結線電極 1203 を用いてそれぞれ結線する。

【0067】次に、一対の素子電極 1201 間のそれぞれに導電性薄膜を形成し、最後に図 11 に示すように、作製上最適な工程時において、これら行方向配線 1003 及び列方向配線 1004 に電圧を印加して導電性薄膜に通電し、電子放出部 1014 を形成する（フォーミング）ことにより、マルチ電子ビーム源が完成する。尚、図 11 における各矢印は、ビームスポットの形状が大きくなる方向（ビームスポット 1019 の先端 1021 方向）を示している。

【0068】以上のように形成されたマルチ電子源の行方向配線 1003 に主走査信号を入力することにより、ある行が選択されているとき、その行方向配線 1003 30 に入力される信号電圧を、その行が選択されている期間中、一定とすることができる。従って、この主走査信号の電圧が、列方向配線 1004 の電位に比べて常に低電位となるように、かつ、列方向配線 1003 には、画像の変調信号に応じて、行方向配線 1003 の電位に比べて常に高電位の信号を印加するようにして駆動すれば、電子放出部 1014 より電子が放出される方向は、常に、図 11 の各矢印で示したようになり、隣接する行毎に、そのビームスポットが形成される方向を反転させることができる。

【0069】以上説明したように、列方向配線 1004 と素子電極の一方を結線する時の方向を行毎に反転するだけで、特別な作製行程を付加することなく、また駆動方式を変更すること無く、本実施の形態の画像表示装置に適用できる電子源を作成できる。尚、以上の説明では、行毎に X 方向への電子放出方向を反転するのに最も容易な方法と考えているが、その他に列方向配線 1004 を蛇行させても良い。

【0070】図 12 は、前述したように形成されたマルチ電子源を有するディスプレイパネル 2100（図 1）に、例えばテレビジョン放送をはじめとする種々の画像

情報源より提供される画像情報を表示できるように構成した多機能表示装置の一例を示すブロック図である。

【0071】 図中、2100は本実施の形態のディスプレイパネルで、例えば蛍光体1008には図2に示す形状の蛍光体を有し、その列方向配線及び行方向配線は例えば図10のように構成されている。2101a、2101bのそれぞれは、ディスプレイパネル2100の駆動回路で、2101aはX軸方向の駆動回路、2101bはY軸方向の駆動回路を示している。本実施の形態の表示装置は、例えばテレビジョン信号のように映像情報と音声情報の両方を含む信号を受信する場合には、当然映像の表示と同時に音声を再生する。尚、本発明の趣旨とは直接関係しない音声情報の受信、分離、再生、処理、記憶などに関する回路やスピーカなどについての説明は省略する。

【0072】 以下、画像信号の流れに沿って各部の機能を説明する。

【0073】 まず、TV信号受信回路2113は、例えば電波や空間光通信などのような無線伝送系を用いて伝送されるTV画像信号を受信するための回路である。ここで受信されるTV信号の方式は特に限られるものではなく、例えば、NTSC方式、PAL方式、SECAM方式などいずれの処理方式でもよい。また、これらより更に多数の走査線よりなるTV信号（例えばMUSE方式を初めとするいわゆる高品位TV）は、大面積化や大画素数化に適したディスプレイパネル2100の利点を生かすのに好適な信号源である。こうしてTV信号受信回路2113で受信されたTV信号は、デコーダ2104に出力される。

【0074】 TV信号受信回路2112は、例えば同軸ケーブルや光ファイバなどのような有線伝送系を用いて伝送されるTV画像信号を受信するための回路である。このTV信号受信回路2112もまたTV信号受信回路2113と同様に、受信するTV信号の方式は特に限られるものではなく、また本回路で受信されたTV信号もデコーダ2104に出力される。

【0075】 画像入力インターフェース回路2111は、例えばTVカメラや画像読み取りスキャナなどの画像入力装置から供給される画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ2104に出力される。画像メモリインターフェース回路2110は、ビデオテープレコーダ（以下VTRと略す）に記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ2104に出力される。画像メモリインターフェース回路2109は、ビデオディスクに記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ2104に出力される。画像メモリインターフェース回路2108は、いわゆる静止画ディスクのように、静止画像データを記憶している装置から画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた

静止画像データはデコーダ2104に出力される。

【0076】 入出力インターフェース回路2105は、本実施の形態の表示装置と、外部のコンピュータもしくはコンピュータネットワークもしくはプリンタなどの出力装置とを接続するための回路である。画像データや文字データ・図形情報の入出力を行うのはもちろんのこと、場合によっては本表示装置の備えるCPU2106と外部機器との間で制御信号や数値データの入出力などを行うことも可能である。

【0077】 また、画像生成回路2107は、前記入出力インターフェース回路2105を介して外部から入力される画像データや文字・図形情報や、あるいはCPU2106より出力される画像データや文字・図形情報に基づき表示用画像データを生成するための回路である。この画像生成回路2107の内部には、例えば画像データや文字・図形情報を蓄積するための書き換え可能メモリや、文字コードに対応する画像パターンが記憶されている読み出し専用メモリや、画像処理を行うためのプロセッサなどを初めとする、画像の生成に必要な各種回路が組み込まれている。この画像生成回路2107により生成された表示用画像データは、デコーダ2104に出力されるが、場合によっては前記入出力インターフェース回路2105を介して外部のコンピュータネットワークやプリンタ入出力することも可能である。

【0078】 CPU2106は、主として本表示装置の動作制御や、表示画像の生成や選択や編集に関わる作業を行う。例えば、マルチプレクサ2103に制御信号を出力し、ディスプレイパネルに表示する画像信号を適宜選択したり組み合わせたりする。また、その際には表示する画像信号に応じてディスプレイパネルコントローラ2102に対して制御信号を発生し、画面表示周波数や走査方法（例えばインターレースかノンインターレースか）や一画面の走査線の数など表示装置の動作を適宜制御する。また、前記画像生成回路2107に対して画像データや文字・図形情報を直接出力したり、あるいは前記入出力インターフェース回路2105を介して外部のコンピュータやメモリをアクセスして画像データや文字・図形情報を入力する。尚、CPU2106は、もちろんこれ以外の目的の作業にも関わるものであっても良い。例えば、パーソナルコンピュータやワードプロセッサなどのように、情報を生成したり処理する機能に直接関わっても良い。或は、前述したように、入出力インターフェース回路2105を介して外部のコンピュータネットワークと接続し、例えば数値計算などの作業を外部機器と協働して行っても良い。

【0079】 2114は入力部で、CPU2106に使用者が命令やプログラム、あるいはデータなどを入力するためのものであり、例えばキーボードやマウスのほか、ジョイスティック、バーコードリーダー、音声認識装置など多様な入力機器を用いる事が可能である。

【0080】デコーダ2104は、回路2107~2113より入力される種々の画像信号を3原色信号、または輝度信号とI信号、Q信号に逆変換するための回路である。なお、同図中に点線で示すように、デコーダ2104は内部に画像メモリを備えるのが望ましい。これは、例えばMUSE方式をはじめとして、圧縮されている画像データ逆変換するに際して画像メモリを必要とするようなテレビ信号を扱うためである。また、このような画像メモリを備えることにより、静止画の表示が容易になる。又或は、画像生成回路2107及びCPU2106と協働して、画像の間引き、補間、拡大、縮小、合成等の画像処理や編集が容易に行えるようになるという利点が生まれる。

【0081】また、マルチプレクサ2103は、CPU2106より入力される制御信号に基づき表示画像を適宜選択するものである。即ち、マルチプレクサ2103はデコーダ2104から入力される逆変換された画像信号のうちから所望の画像信号を選択して駆動回路2101に出力する。その場合には、一画面表示時間内で画像信号を切り替えて選択することにより、いわゆる多画面テレビのように、一画面を複数の領域に分け、各領域毎に異なる画像を表示することも可能である。

【0082】また、ディスプレイパネルコントローラ2102は、前記CPU2106より入力される制御信号に基づき駆動回路2101a、2101bの動作を制御するための回路である。

【0083】まず、ディスプレイパネル2100の基本的な動作にかかわるものとして、例えばディスプレイパネル2100の駆動用電源（図示せず）の動作シーケンスを制御するための信号を駆動回路2101a、2101bに対して出力する。また、ディスプレイパネル2100の駆動方法に関わるものとして、例えば画面表示周波数や走査方法（例えばインターレースかノンインターレースか）を制御するための信号を駆動回路2101a、2101bに対して出力する。また、場合によっては表示画像の輝度やコントラストや色調やシャープネスといった画質の調整に関わる制御信号を駆動回路2101a、2101bに対して出力する場合もある。

【0084】尚、駆動回路2101a、2101bは、ディスプレイパネル2100に印加する駆動信号を発生するための回路であり、マルチプレクサ2103から入力される画像信号と、ディスプレイパネル・コントローラ2102より入力される制御信号に基づいて動作する。

【0085】以上、各部の機能を説明したが、図12に例示した構成により、本実施の形態の表示装置において、多様な画像情報源より入力される画像情報をディスプレイパネル2100に表示することができる。即ち、テレビジョン放送をはじめとする各種の画像信号はデコーダ2104において逆変換された後、マルチプレクサ

2103において適宜選択され、駆動回路2101a、2101bに入力される。

【0086】一方、ディスプレイコントローラ2102は、表示する画像信号に応じて駆動回路2101a、2101bの動作を制御するための制御信号を発生する。駆動回路2101a、2101bは、上記画像信号と制御信号に基づいてディスプレイパネル2100に駆動信号を印加する。これにより、ディスプレイパネル2100において画像が表示される。これらの一連の動作は、CPU2106により統括的に制御される。

【0087】また、本実施の形態の表示装置においては、デコーダ2104に内蔵する画像メモリや、画像生成回路2107及びCPU2106が関与することにより、単に複数の画像情報の中から選択したものを表示するだけでなく、表示する画像情報に対して、例えば拡大、縮小、回転、移動、エッジ強調、間引き、補間、色変換、画像の縦横比変換などの画像処理や、合成、消去、接続、入れ換え、はめ込みなどの画像編集を行うことも可能である。また、本実施の形態の説明では特に触れなかったが、上記画像処理や画像編集と同様に、音声情報に関しても処理や編集を行うための専用回路を設けても良い。

【0088】従って、本実施の形態の表示装置は、テレビジョン放送の表示機器、テレビ会議の端末機器、静止画像及び動画像を扱う画像編集機器、コンピュータの端末機器、ワードプロセッサ等の事務用端末機器、ゲーム機などの機能を一台で兼ね備える事が可能で、産業用あるいは民生用として極めて応用範囲が広い。

【0089】尚、図12は、表面伝導型放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネル2100を用いた表示装置の構成の一例を示したにすぎず、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図12の構成要素のうち使用目的上必要のない機能に関わる回路は省いても差し支えない。またこれとは逆に、使用目的によってはさらに構成要素を追加しても良い。例えば、本表示装置をテレビ電話機として応用する場合には、テレビカメラ、音声マイク、照明機、モデムを含む送受信回路などを構成要素に追加するのが好適である。

【0090】本表示装置においては、とりわけ表面伝導型放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネルが容易に薄形化できるため、表示装置全体の奥行きを小さくすることが可能である。それに加えて、表面伝導型放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネルは大画面化が容易で輝度が高く視野角特性にも優れるため、本表示装置は臨場感あふれ迫力に富んだ画像を視認性良く表示する事が可能である。

【0091】次に、本実施の形態のディスプレイパネル2100に用いたマルチ電子ビーム源の製造方法について説明する。本実施の形態の画像表示装置に用いるマルチ電子ビーム源は、表面伝導型放出素子を単純マトリク

ス配線した電子源であれば、表面伝導型放出素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。しかしながら、本願発明者らは、表面伝導型放出素子の中では、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成したものが電子放出特性に優れ、しかも製造が容易に行えることを見出ししている。従って、高輝度で大画面の画像表示装置のマルチ電子ビーム源に用いるには最も好適であると言える。そこで、上記実施の形態のディスプレイパネル2100においては、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子を用いた。そこで、まず好適な表面伝導型放出素子について基本的な構成と製法及び特性を説明し、その後で多数の素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

〔表面伝導型放出素子の好適な素子構成と製法〕電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成する表面伝導型放出素子の代表的な構成には、平面型と垂直型の2種類が挙げられるが、本実施の形態で使用する表面伝導型の電子放出素子は、平面型が最適である。

<平面型の表面伝導型放出素子>従って、平面型の表面伝導型放出素子の素子構成と製法について説明する。

【0092】図13に示すのは、平面型の表面伝導型放出素子の構成を説明するための平面図(a)及び断面図(b)である。

【0093】図中、1101は基板、1102と1103は素子電極で、図7～図11に示された電極対1201に対応している。1104は導電性薄膜、1105は通電フォーミング処理により形成した電子放出部で、図3の1014に対応している。1113は通電活性化処理により形成した薄膜である。

【0094】基板1101としては、例えば、石英ガラスや青板ガラス等の各種ガラス基板や、アルミナ等の各種セラミクス基板、あるいは上述の各種基板上に、例えばSiO<sub>2</sub>を材料とする絶縁層を積層した基板、などを用いることができる。また、基板1101上に基板面と平行に対向して設けられた素子電極1102と1103は、導電性を有する材料によって形成されている。例えば、Ni、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Cu、Pd、Ag等の金属、あるいはこれらの金属の合金、あるいはIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>等の金属酸化物、ポリシリコンなどの半導体、などの中から適宜材料を選択して用いればよい。電極を形成するには、例えば真空蒸着などの製膜技術とフォトリソグラフィ、エッチングなどのパターンニング技術を組み合わせて用いれば容易に形成できるが、それ以外の方法(例えば印刷技術)を用いて形成してもさしつかえない。

【0095】素子電極1102と1103の形状は、当該電子放出素子の応用目的に合わせて適宜設計される。一般的には、電極間隔Lは通常は数百オングストロームから数百マイクロメートルの範囲から適当な数値を選んで

設計されるが、なかでも表示装置に応用するために好ましいのは数マイクロメートルより数十マイクロメートルの範囲である。また、素子電極の厚さdについては、通常は数百オングストロームから数百マイクロメートルの範囲から適当な数値が選ばれる。

【0096】また、導電性薄膜1104の部分には、微粒子膜を用いる。ここで述べた微粒子膜とは、構成要素として多数の微粒子を含んだ膜(島状の集合体も含む)のことをさす。微粒子膜を微視的に調べれば、通常は、個々の微粒子が離間して配置された構造か、あるいは微粒子が互いに隣接した構造か、あるいは微粒子が互いに重なり合った構造が観測される。

【0097】微粒子膜に用いた微粒子の粒径は、数オングストロームから数千オングストロームの範囲に含まれるものであるが、なかでも好ましいのは10オングストロームから200オングストロームの範囲のものである。また、微粒子膜の膜厚は、以下に述べるような諸条件を考慮して適宜設定される。即ち、素子電極1102あるいは1103と電気的に良好に接続するのに必要な条件、後述する通電フォーミングを良好に行うのに必要な条件、微粒子膜自身の電気抵抗を後述する適宜の値にするために必要な条件、などである。

【0098】具体的には、数オングストロームから数千オングストロームの範囲のなかで設定するが、なかでも好ましいのは10オングストロームから500オングストロームの間である。

【0099】また、微粒子膜を形成するのに用いられる材料としては、例えば、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属や、PdO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、などの酸化物や、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>4</sub>、Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>等の硼化物や、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WCなどの炭化物や、TiN、ZrN、HfN、などの窒化物や、Si、Ge、などの半導体や、カーボン、などがあげられ、これらの中から適宜選択される。

【0100】以上述べたように、導電性薄膜1104を微粒子膜で形成したが、そのシート抵抗値については、10の3乗から10の7乗[オーム/□]の範囲に含まれるよう設定した。

【0101】尚、導電性薄膜1104と素子電極1102及び1103とは、電気的に良好に接続されるのが望ましいため、互いの一部が重なりあうような構造をとっている。その重なり方は、図13の例においては、下から、基板、素子電極、導電性薄膜の順序で積層したが、場合によっては下から基板、導電性薄膜、素子電極、の順序で積層してもさしつかえない。

【0102】また、電子放出部1105は、導電性薄膜1104の一部に形成された亀裂状の部分であり、電気的には周囲の導電性薄膜よりも高抵抗な性質を有してい

る。亀裂は、導電性薄膜1104に対して、後述する通電フォーミングの処理を行うことにより形成する。亀裂内には、数オングストロームから数百オングストロームの粒径の微粒子を配置する場合がある。尚、実際の電子放出部の位置や形状を精密かつ正確に図示するのは困難なため、図13においては模式的に示した。

【0103】また、薄膜1113は、炭素もしくは炭素化合物よりなる薄膜で、電子放出部1105及びその近傍を被覆している。薄膜1113は、通電フォーミング処理後に、後述する通電活性化の処理を行うことにより形成する。

【0104】薄膜1113は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボン、のいずれか、もしくはその混合物であり、膜厚は500 [オングストローム] 以下とするが、300 [オングストローム] 以下とするのがさらに好ましい。尚、実際の薄膜1113の位置や形状を精密に図示するのは困難なため、図13においては模式的に示した。また、平面図図13(a)においては、薄膜1113の一部を除去した素子を図示した。

【0105】以上、好ましい素子の基本構成を述べたが、本実施の形態においては以下のような素子を用いた。

【0106】即ち、基板1101には青板ガラスを用い、素子電極1102と1103にはNi薄膜を用いた。素子電極の厚さdは1000 [オングストローム]、電極間隔Lは2 [マイクロメータ] とした。微粒子膜の主要材料としてPdもしくはPdOを用い、微粒子膜の厚さは約100 [オングストローム]、幅Wは100 [マイクロメータ] とした。

【0107】次に、好適な平面型の表面伝導型放出素子の製造方法について説明する。図14(a)～(d)は、表面伝導型放出素子の製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図13と同一である。

【0108】(1) まず、図14(a)に示すように、基板1101上に素子電極1102及び1103を形成する。

【0109】本実施の形態の電子放出素子を形成するにあたっては、予め基板1101を洗剤、純水、有機溶剤を用いて十分に洗浄後、素子電極の材料を堆積させる。(堆積する方法としては、例えば、蒸着法やスパッタ法などの真空成膜技術を用いればよい。) その後、堆積した電極材料を、フォトリソグラフィ・エッチング技術を用いてパターンニングし、(a)に示した一対の素子電極(1102と1103)を形成する。

【0110】(2) 次に、同図(b)に示すように、導電性薄膜1104を形成する。

【0111】形成するにあたっては、まず前記(a)の基板に有機金属溶液を塗布して乾燥し、加熱焼成処理して微粒子膜を成膜した後、フォトリソグラフィ・エッチ

ングにより所定の形状にパターンニングする。ここで、有機金属溶液とは、導電性薄膜に用いる微粒子の材料を主要元素とする有機金属化合物の溶液である。(具体的には、本実施の形態では主要元素としてPdを用いた。また、実施の形態では塗布方法として、ディッピング法を用いたが、それ以外の例えばスピナー法やスプレー法を用いてもよい。)

また、微粒子膜で作られる導電性薄膜の成膜方法としては、本実施の形態で用いた有機金属溶液の塗布による方法以外の、例えば真空蒸着法やスパッタ法、あるいは化学的気相堆積法などを用いる場合もある。

【0112】(3) 次に、同図(c)に示すように、フォーミング用電源1110から素子電極1102と1103の間に適宜の電圧を印加し、通電フォーミング処理を行って、電子放出部1105を形成する。

【0113】通電フォーミング処理とは、微粒子膜で作られた導電性薄膜1104に通電を行って、その一部を適宜に破壊、変形、もしくは変質せしめ、電子放出を行うのに好適な構造に変化させる処理のことである。微粒子膜で作られた導電性薄膜のうち電子放出を行うのに好適な構造に変化した部分(即ち電子放出部1105)においては、薄膜に適当な亀裂が形成されている。尚、電子放出部1105が形成される前と比較すると、形成された後は素子電極1102と1103の間に計測される電気抵抗は大幅に増加する。

【0114】通電方法をより詳しく説明するために、図15に、フォーミング用電源1110から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。微粒子膜で作られた導電性薄膜をフォーミングする場合には、パルス状の電圧が好ましく、本実施の形態の場合には同図に示したように、パルス幅T1の三角波パルスをパルス間隔T2で連続的に印加した。その際には、三角波パルスの波高値Vpfを、順次昇圧した。また、電子放出部1105の形成状況をモニタするためのモニタパルスPmを適宜の間隔で三角波パルスの間に挿入し、その際に流れる電流を電流計1111で計測した。

【0115】実施の形態においては、例えば10のマイナス5乗[torr]程度の真空雰囲気下において、例えばパルス幅T1を1 [ミリ秒]、パルス間隔T2を10 [ミリ秒]とし、波高値Vpfを1パルス毎に0.1 [V] ずつ昇圧した。そして、三角波を5パルス印加するたびに1回の割りで、モニタパルスPmを挿入した。フォーミング処理に悪影響を及ぼすことがないように、モニタパルスの電圧Vpmは0.1 [V] に設定した。そして、素子電極1102と1103の間の電気抵抗が1×10の6乗[オーム]になった段階、即ちモニタパルス印加時に電流計1111で計測される電流が1×10のマイナス7乗[A] 以下になった段階で、フォーミング処理にかかわる通電を終了した。

【0116】尚、上記の方法は、本実施の形態の表面伝

導型放出素子に関する好ましい方法であり、例えば微粒子膜の材料や膜厚、あるいは素子電極間隔など表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて通電の条件を適宜変更するのが望ましい。

【0117】(4)次に、図14(d)に示すように、活性化用電源1112から素子電極1102と1103の間に適宜の電圧を印加し、通電活性化処理を行って、電子放出特性の改善を行う。

【0118】この通電活性化処理とは、前記通電フォーミング処理により形成された電子放出部1105に適宜の条件で通電を行って、その近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積せしめる処理のことである。(図14においては、炭素もしくは炭素化合物よりなる堆積物を部材1113として模式的に示した。)尚、このような通電活性化処理を行うことにより、この活性化処理を行う前と比較して、同じ印加電圧における放出電流を典型的には100倍以上に増加させることができる。

【0119】具体的には、10のマイナス4乗ないし10のマイナス5乗[torr]の範囲内の真空雰囲気中で、電圧パルスを定期的に印加することにより、真空雰囲気中に存在する有機化合物を起源とする炭素もしくは炭素化合物を堆積させる。堆積物1113は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボン、のいずれかか、もしくはその混合物であり、膜厚は500[オングストローム]以下、より好ましくは300[オングストローム]以下である。

【0120】この時の通電方法をより詳しく説明するために、図16の(a)に、活性化用電源1112から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。本実施の形態においては、一定電圧の矩形波を定期的に印加して通電活性化処理を行ったが、具体的には、矩形波の電圧V<sub>ac</sub>は14[V]、パルス幅T<sub>3</sub>は、1[ミリ秒]、パルス間隔T<sub>4</sub>は10[ミリ秒]とした。尚、上述の通電条件は、本実施の形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0121】図14(d)に示す1114は、該表面伝導型放出素子から放出される放出電流I<sub>e</sub>を捕捉するためのアノード電極で、直流高電圧電源1115及び電流計1116が接続されている。尚、基板1101を、表示パネルの中に組み込んでから活性化処理を行う場合には、表示パネルの蛍光面をアノード電極1114として用いる。活性化用電源1112から電圧を印加する間、電流計1116で放出電流I<sub>e</sub>を計測して通電活性化処理の進行状況をモニタし、活性化用電源1112の動作を制御する。電流計1116で計測された放出電流I<sub>e</sub>の一例を図16(b)に示すが、活性化電源1112からパルス電圧を印加し始めると、時間の経過とともに放出電流I<sub>e</sub>は増加するが、やがて飽和してほとんど増加

しなくなる。このように、放出電流I<sub>e</sub>がほぼ飽和した時点で活性化用電源1112からの電圧印加を停止し、通電活性化処理を終了する。

【0122】尚、上述の通電条件は、本実施の形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0123】以上のようにして、図14(e)に示す平面型の表面伝導型放出素子を製造した。

10 [表示装置に用いた表面伝導型放出素子の特性] 以上、平面型表面伝導型放出素子について素子構成と製法を説明したが、次に本実施の形態の表示装置に用いた素子の特性について述べる。

【0124】図17は、本実施の形態の表示装置に用いた素子の、(放出電流I<sub>e</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性、及び(素子電流I<sub>f</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性の典型的な例を示す。尚、放出電流I<sub>e</sub>は素子電流I<sub>f</sub>に比べて著しく小さく、同一尺度で図示するのが困難であるうえ、これらの特性は素子の大きさや形状等の設計パラメータを変更することにより変化するものであるため、2本のグラフは各々任意単位で図示した。

【0125】本実施の形態の表示装置に用いた素子は、放出電流I<sub>e</sub>に関して以下に述べる3つの特性を有している。

【0126】第一に、ある電圧(これを閾値電圧V<sub>th</sub>と呼ぶ)以上の大きさの電圧を素子に印加すると急激に放出電流I<sub>e</sub>が増加するが、一方、閾値電圧V<sub>th</sub>未満の電圧では放出電流I<sub>e</sub>はほとんど検出されない。即ち、放出電流I<sub>e</sub>に関して、明確な閾値電圧V<sub>th</sub>を持った非線形素子である。

【0127】第二に、放出電流I<sub>e</sub>は素子に印加する電圧V<sub>f</sub>に依存して変化するため、電圧V<sub>f</sub>で放出電流I<sub>e</sub>の大きさを制御できる。

【0128】第三に、素子に印加する電圧V<sub>f</sub>に対して素子から放出される電流I<sub>e</sub>の応答速度が速いため、電圧V<sub>f</sub>を印加する時間の長さによって素子から放出される電子の電荷量を制御できる。

【0129】以上のような特性を有するため、表面伝導型放出素子を表示装置に好適に用いることができた。例えば多数の素子を表示画面の画素に対応して設けた表示装置において、第一の特性を利用すれば、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。即ち、駆動中の素子には所望の発光輝度に応じて閾値電圧V<sub>th</sub>以上の電圧を適宜印加し、非選択状態の素子には閾値電圧V<sub>th</sub>未満の電圧を印加する。こうして駆動する電子放出素子を順次切り替えることにより、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。また、第二の特性或は第三の特性を利用することにより、発光輝度を制御することができるため、諧調表示を行うことが可能である。

【多数素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造】次に、上述の表面伝導型放出素子を基板上に配列して単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

【0130】図18は、図11のA-A'に沿った断面形状を示す断面図で、本実施の形態のディスプレイパネル2100に用いたマルチ電子ビーム源の1つの電子放出素子の断面形状を示している。

【0131】基板1001上には、前述の図13で示したものと同様な表面伝導型放出素子が配列され、これら各素子は行方向配線1003と列方向配線1004に接続され、単純マトリクス状に配線されている。尚、行方向配線1003と列方向配線1004の交差する部分には、電極間に絶縁層（不図示）が形成されており、電気的な絶縁が保たれている。

【0132】以上のようにして作製した本実施の形態の電子源の駆動方法を以下に説明する。

【0133】例えば、図12に示す構成の表示装置において、駆動回路2101aにより行方向配線1003には走査信号に応じた電圧（ $V_x$ とする）を入力し、列方向配線1004には駆動回路2101bから変調信号に応じた電圧（ $V_y$ とする）を入力し、かつ $V_x \leq V_y$ とすることで、列方向配線1004に接続された高電位電極1013側で、図4に示すようにビームスポット1019の面積が大きくなるのは前述の通りである。そして、このビームスポット1019の形状と、各色の蛍光体からなる画素の形状（向き）を合わせることで、Y方向に画素を高密度に配列できるのは、前述の通りである。

【0134】図3を参照して説明すると、本実施の形態では、素子電極1012、1013間に印加する電圧（ $V_f$ ）を14V（ $V_x = -7V$ 、 $V_y = 7V$ とした）とし、素子基板1001とフェースプレート1007の内面との距離を4mm、フェースプレート1007に印加する電子の加速電圧 $V_a$ を6kVとした時、Y方向のビームスポット1019の長さは約600 $\mu m$ であった。図5に示すように、従来のストライプ形状の蛍光体（＝画素）の時は、Y方向の画素ピッチ（図5の $P_{y'}$ ）が重ならないように余裕をとって約700 $\mu m$ とした。

【0135】しかし、図6に示すような形状の蛍光体を使用することにより、Y方向の画素ピッチ（図6の $P_y$ ）を約600 $\mu m$ としても、Y方向に隣接するビームのはみ出しが全くなかった。これは、表示画素密度が約15%高められたことを意味している。また、本実施の形態による蛍光体による画素形状と、ビーム形状の組み合わせの最適化により、放出電子の利用効率を低下することなく、表示密度を高精細化できたため、単位面積あたりの輝度も約15%向上できた。

【0136】＜第2実施の形態＞図19～図21に本発

明の第2実施の形態の画像形成装置の蛍光体の平面図を示す。な第2実施の形態における電子源の作製法、画像形成装置の作製法と駆動法については、前述の第1実施の形態と同様なので省略する。

【0137】前述の第1実施の形態の図2と参照すると明らかなように、図19～図21のいずれの場合も、Y方向に隣り合った画素の色が異なっている。

【0138】即ち、図2では、各列毎にR、G、Bと定められているのに対し、図19ではある列ではY方向にRGRが繰り返されており、その隣の列ではGBGが繰り返され、更にその隣の列ではBRBが繰り返されるように設定されている図20及び図21においても同様に、その配列順が変更されている。

【0139】この第2実施の形態の蛍光体（画素）の配列によれば、Y方向の画素密度を高めて放出電子の利用効率も高めることができ、単位面積あたりの輝度を高くできるという前述の第1実施の形態と同様の利点を有するのに加えて、各色の蛍光体が画面の特定方向に配列されることなく、平面上に分散している。これにより、特に斜め方向の解像度が向上して画面全体の解像度も均一化できる。これにより、グラフィック表示等に適した画像形成装置が得られた。

【0140】＜第3実施の形態＞図22に本発明の第3実施の形態の画像形成装置の分解斜視図を示す。この図22では、簡単のために装置を構成する支持枠等の部材の記述を省略して主要部分のみを示したが、基本的な構成は前述第1実施の形態の図1の表示パネルと同様である。

【0141】この第3実施の形態では、基板2001上で、Ni薄膜（厚さ1000オングストローム）の素子電極2002、2003間に、第1実施の形態と同様な方法で複数の電子放出部2004を作製した。

【0142】図22では、素子電極2002、2003と、素子電極2002、2003の配線部2011を一体形成した場合を示したが、更に低い配線抵抗を得たい場合には、配線部2011に、更にA1等の電極を、例えば厚さ2 $\mu m$ で形成しても良い。

【0143】この第3実施の形態では、電子ビームは各行毎に電子放出部2004から放出され、この放出された電子がフェースプレート2010へ到達する量を制御するために、変調電極2005が電子放出素子を形成した基板2001とフェースプレート2010間に設けられている。例えば、多数（E個とする）ある行方向配線電極の $X_1 \sim X_{m-1}$ 行に0V、 $X_m \sim X_E$ 行に14Vを印加すると、行方向配線電極の $X_{m-1}$ 行と $X_m$ 行との間のみ閾値以上の電圧が印加され、その間に形成された電子放出部2004の行（図22の $S_m$ ）からのみ、電子を放出させることができる。

【0144】また、変調電極2005を、これら電子放出部2004が並んだ行と直交するよう列方向に配線し

て変調信号に応じた電圧を印加し、フェースプレート 2010 への電子ビームの通過量を制御することで、1 行分の任意の画像情報信号に応じた表示ができる。これを繰り返し行なうことにより、任意の画像をディスプレイパネルに表示することができる。

【0145】このように、変調電極 2005 により電子ビーム量を制御するような画像表示装置においても、図 22 に示したように、1 行分の配線電極と結線される素子電極が列方向 (Y-Y' 軸) における対称性を行毎に反転させることで、行毎に電子ビームスポット 1019 の形状が反転することは前述の第 1 の実施の形態と同様である (前述の駆動法により、 $S_m$  行から電子放出するときは  $X_1 \sim X_{m-1}$  行が 0 V、 $X_m$  行以降が 14 V、 $S_{m+1}$  行から電子放出するときは  $X_1 \sim X_m$  行が 0 V、 $X_{m+1}$  行以降が 14 V であるから、ビームスポットの先端部の向きは、図中矢印の向きとなり、行毎に反転する)。また、フェースプレート 2010 の画素形状も前述の第 1 実施の形態と同様とした。更に、変調電極 2005 の電子ビーム通過孔 2006 は、前述した電子ビームスポット 1019 の非対称性に影響することないよう十分広く形成されている。

【0146】以上説明したように、本実施の形態の画像表示装置は、変調電極を有する表示装置においても有効であり、列方向の画素密度を向上させるのに効果があった。

【0147】尚、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、1 つの機器から成る装置に適用しても良い。また、本発明はシステム或は装置に本発明を実施するプログラムを供給することによって達成される場合にも適用できる。

【0148】以上説明したように本実施の形態によれば、電子放出素子として基板上に形成された一対の素子電極間に電子放出部を有し、該素子電極間に電圧を印加することで電子放出する冷陰極型の電子放出素子、特に表面伝導型電子放出素子を電子源として用いた画像形成装置において、上記電子放出素子の電子放出特性を十分考慮し、かつ利用して画素の形状を決定することで、特に画素密度の向上、即ち画像の高精細化が可能で高品位な画像を形成できる新規な画像形成装置を得ることができた。

#### 【0149】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電子放出素子の電子放出の特性を十分考慮し、かつ利用した蛍光体形状とすることにより、表示画素密度の向上を図ることができる。

【0150】又本発明によれば、電子放出される電子の分布特性に応じた蛍光体の形状とすることにより、画像の高精細化が可能で高品位な画像を表示できるという効果がある。

【0151】また本発明によれば、マトリクス形状の配

列された複数の電子放出素子が、行毎に電子放出素子に印加する電界方向を変更するように配線されていることにより、前記複数の電子放出素子の駆動方法を変更することなく、蛍光体の形状に応じて各行毎に電子ビームの形状を変更して発光させることができるという効果がある。

#### 【0152】

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態である画像表示装置の表示パネルの一部を切り欠いて示した斜視図である。

【図 2】本実施の形態のディスプレイパネルのフェースプレートの蛍光体配列を例示した平面図である。

【図 3】本実施の形態の平面型の表面伝導型電子放出素子を用いた電子放出実験系の斜視図 (A) と、その断面図 (B) である。

【図 4】本実施の形態の平面型の表面伝導型電子放出素子から放出された電子ビームスポット形状を示す模式図である。

【図 5】従来の蛍光面における電子ビームスポットの状態を示す模式図である。

【図 6】本発明の一実施の形態の蛍光面における電子ビームスポットの状態を示す模式図である。

【図 7】本発明の一実施の形態の電子源の電極の形成を説明するための図である。

【図 8】本発明の一実施の形態の電子源の電極の形成を説明するための図である。

【図 9】本実施の形態の電子源の電極と列方向配線との接続を説明するための図である。

【図 10】本実施の形態の電子源の電極と列方向及び行方向配線との接続を説明するための図である。

【図 11】本実施の形態のマルチ電子源におけるビームスポットの形成方向を説明する図である。

【図 12】本実施の形態のディスプレイパネルを使用した表示装置の構成を示すブロック図である。

【図 13】本実施の形態で用いた平面型の表面伝導型放出素子の平面図 (a) と、その断面図 (b) である。

【図 14】本実施の形態の平面型の表面伝導型放出素子の製造工程を示す断面図である。

【図 15】本実施の形態における通電フォーミング処理の印加電圧波形を示す図である。

【図 16】本実施の形態における通電活性化処理の際の印加電圧波形 (a) と、放出電流  $I_e$  の変化 (b) を示す図である。

【図 17】本実施の形態で用いた表面伝導型放出素子の典型的な特性を示すグラフ図である。

【図 18】図 11 の A-A' で示したマルチ電子ビーム源の基板の断面図である。

【図 19】本発明の第 2 実施の形態の画像形成装置の蛍光面の模式図である。

【図 20】本発明の第 2 実施の形態の画像形成装置の蛍



光面の模式図である。

【図21】本発明の第2実施の形態の画像形成装置の蛍光面の模式図である。

【図22】本発明の第3実施の形態の画像形成装置の分解斜視図である。

【図23】従来の表面伝導型放出素子の一例を示す図である。

【図24】従来のFE型素子の一例を示す断面図である。

【図25】従来のMIN型素子の一例を示す断面図である。

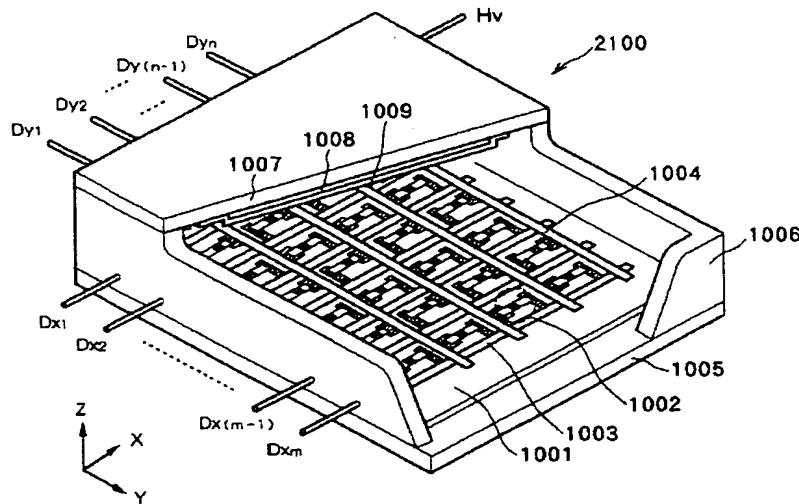
【図26】本実施の形態における電子放出素子の配線方法を説明する等価回路図である。

【図27】従来の画像形成装置の蛍光面の模式図である。

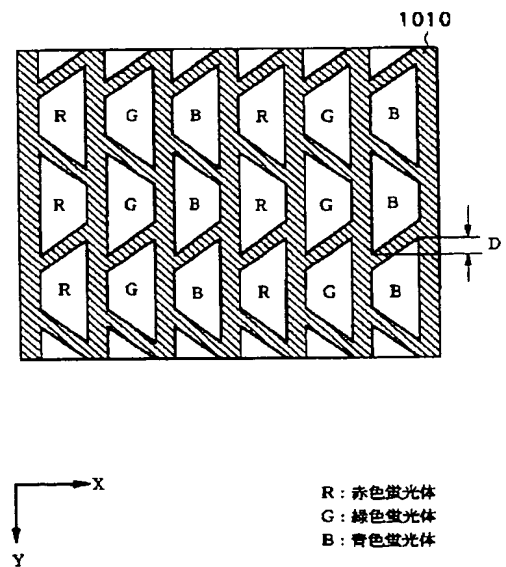
【符号の説明】

- 1001, 1101 基板  
 1002 表面伝導型電子放出素子  
 1003 行方向配線  
 1004 列方向配線  
 1005 リアプレート  
 1007 フェースプレート  
 1008 蛍光膜  
 1009 メタルバック  
 1010 黒色導電体  
 1012 低電位側素子電極  
 1013 高電位側素子電極  
 1014 電子放出部  
 1019 ビームスポット  
 1202, 1203 結線電極  
 2100 ディスプレイパネル

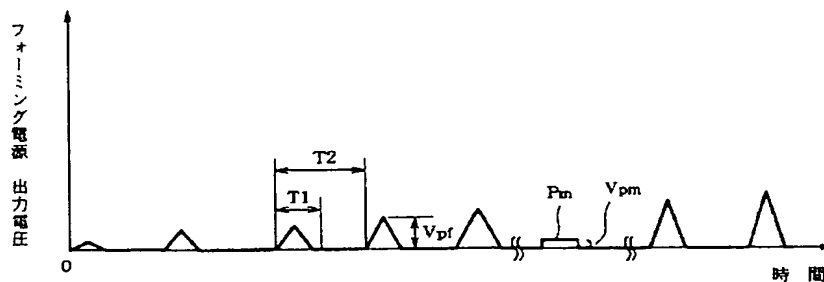
【図1】



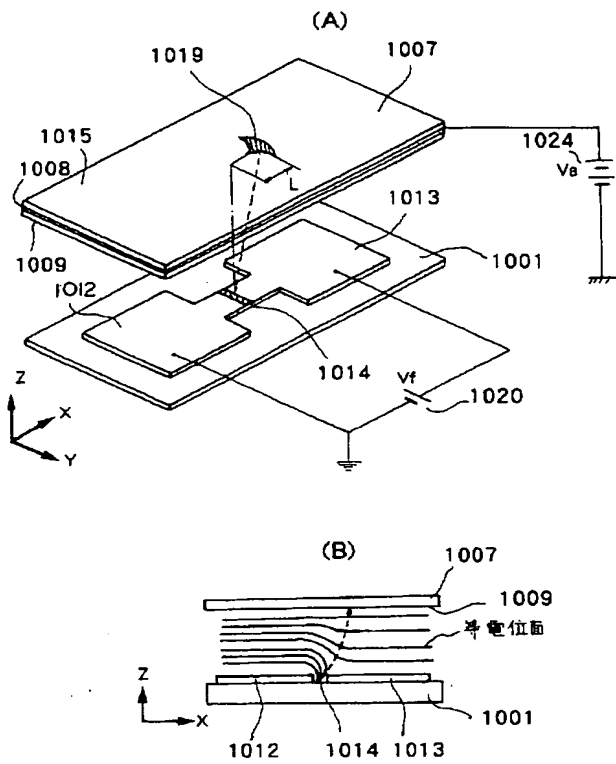
【図2】



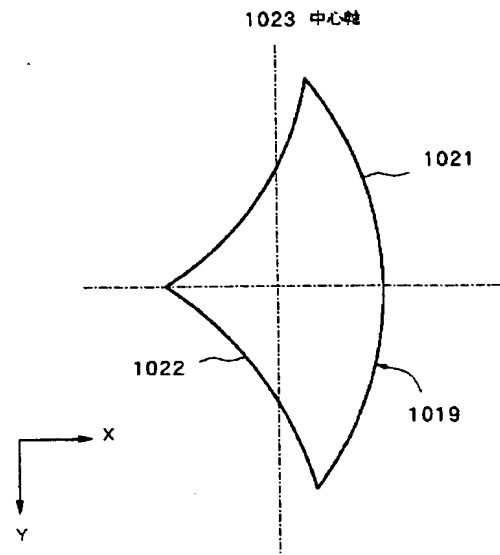
【図15】



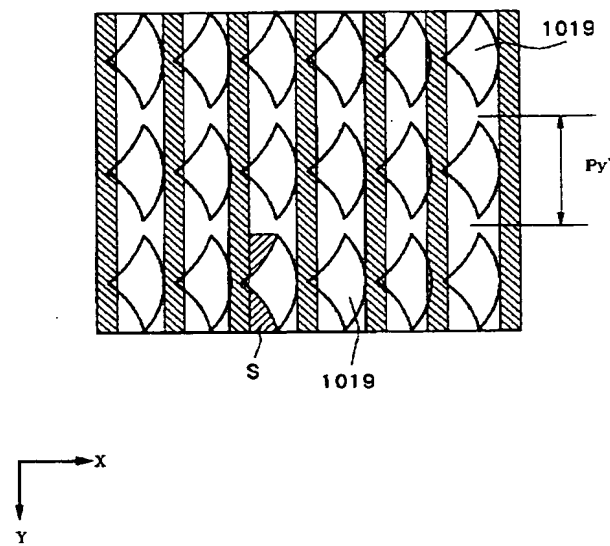
【図 3】



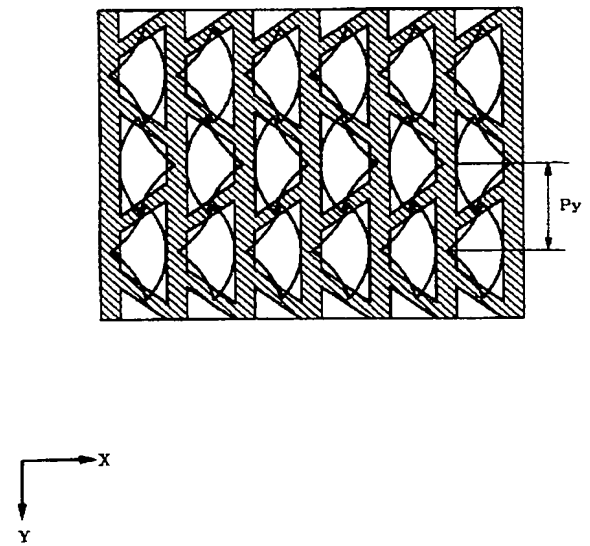
【図 4】



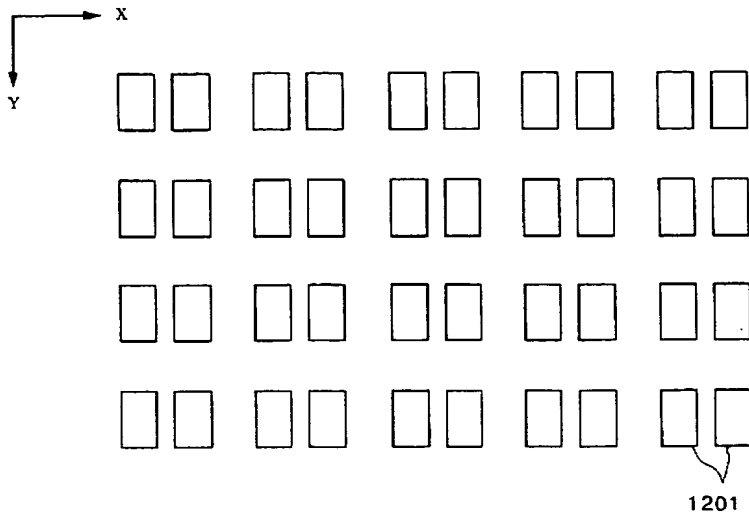
【図 5】



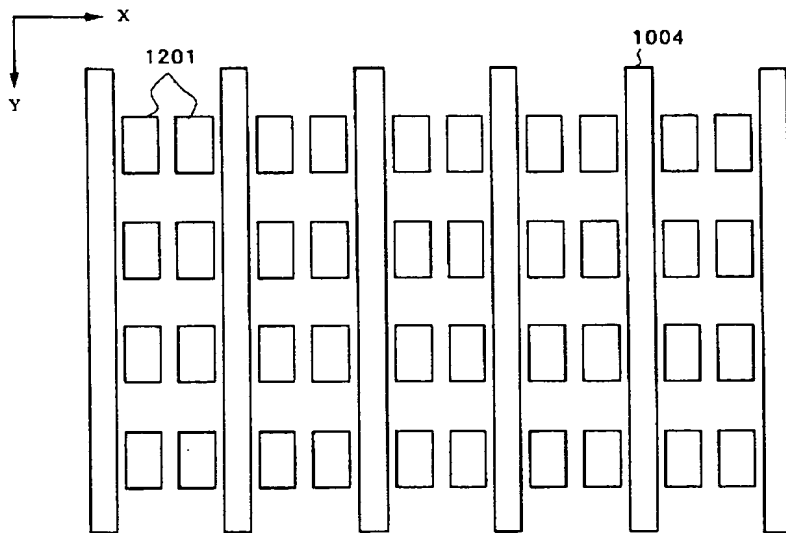
【図 6】



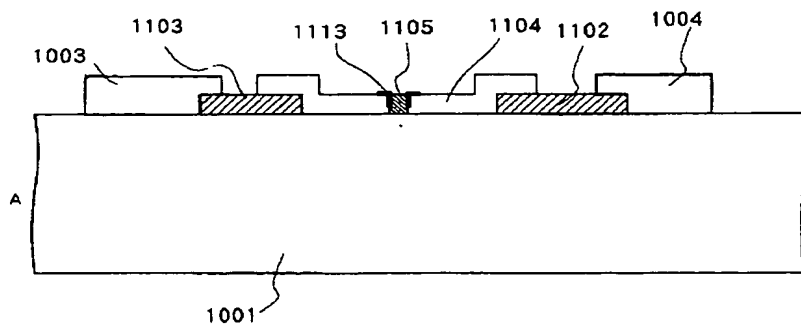
【図 7】



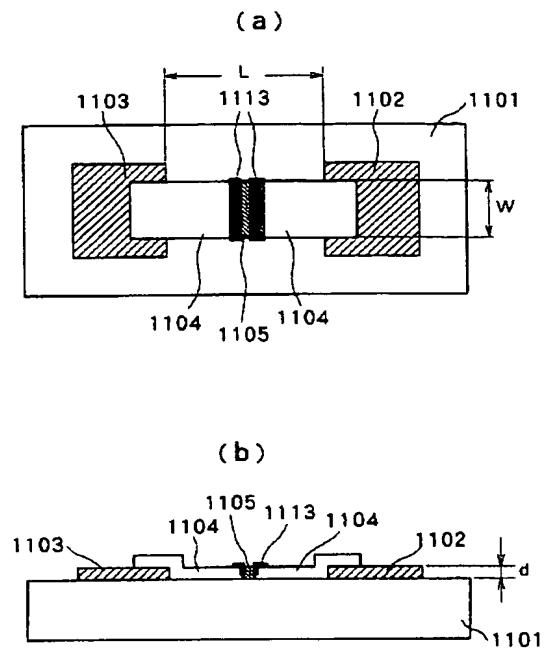
【図 8】



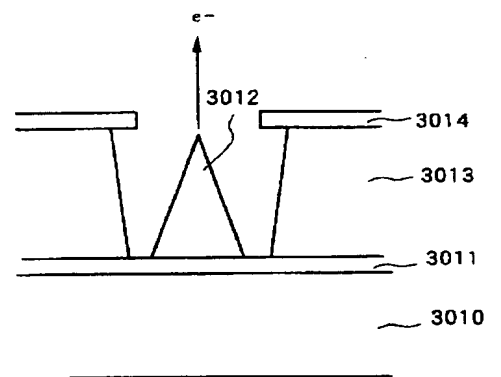
【図 1 8】



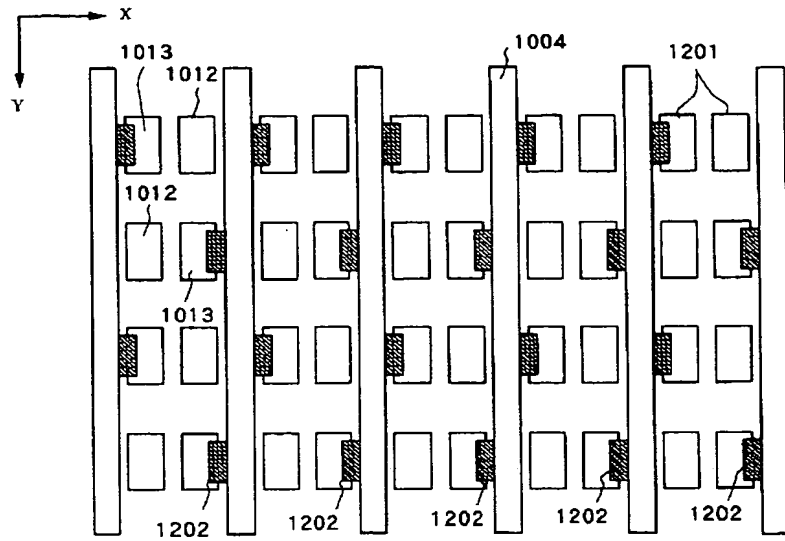
【図 1 3】



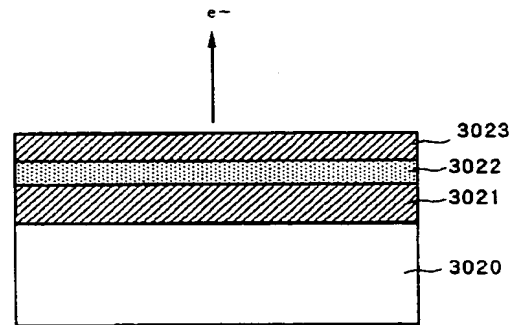
【図 2 4】



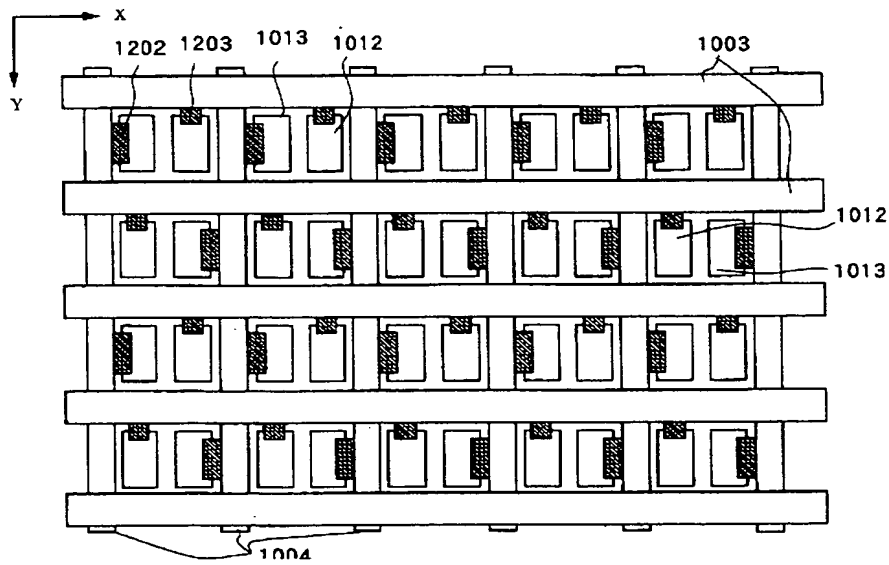
【図9】



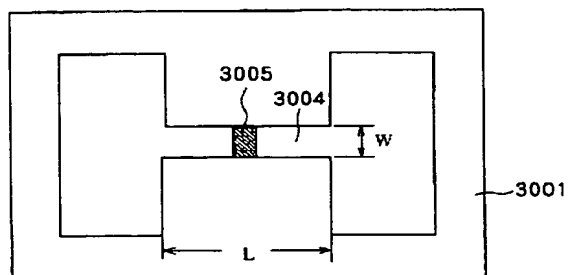
【図25】



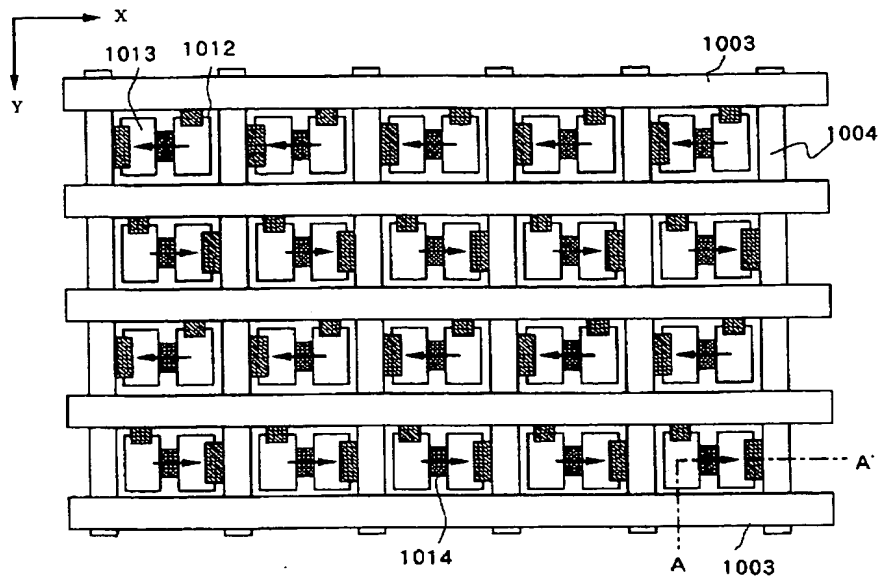
【図10】



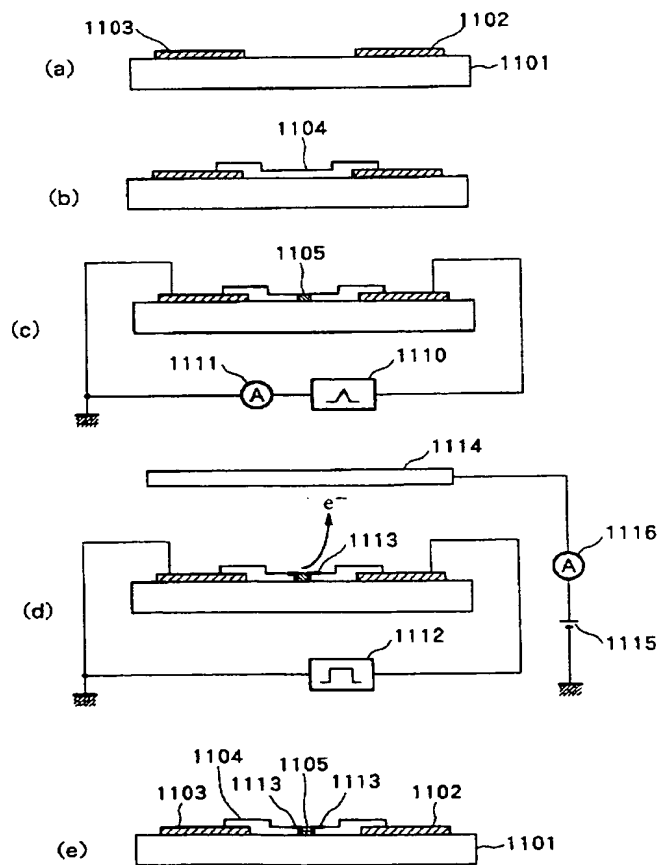
【図23】



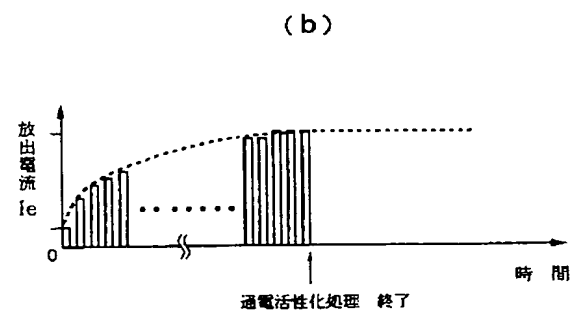
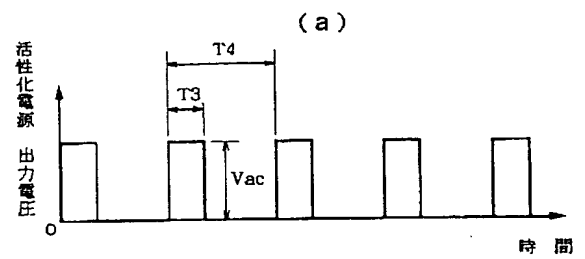
【図11】



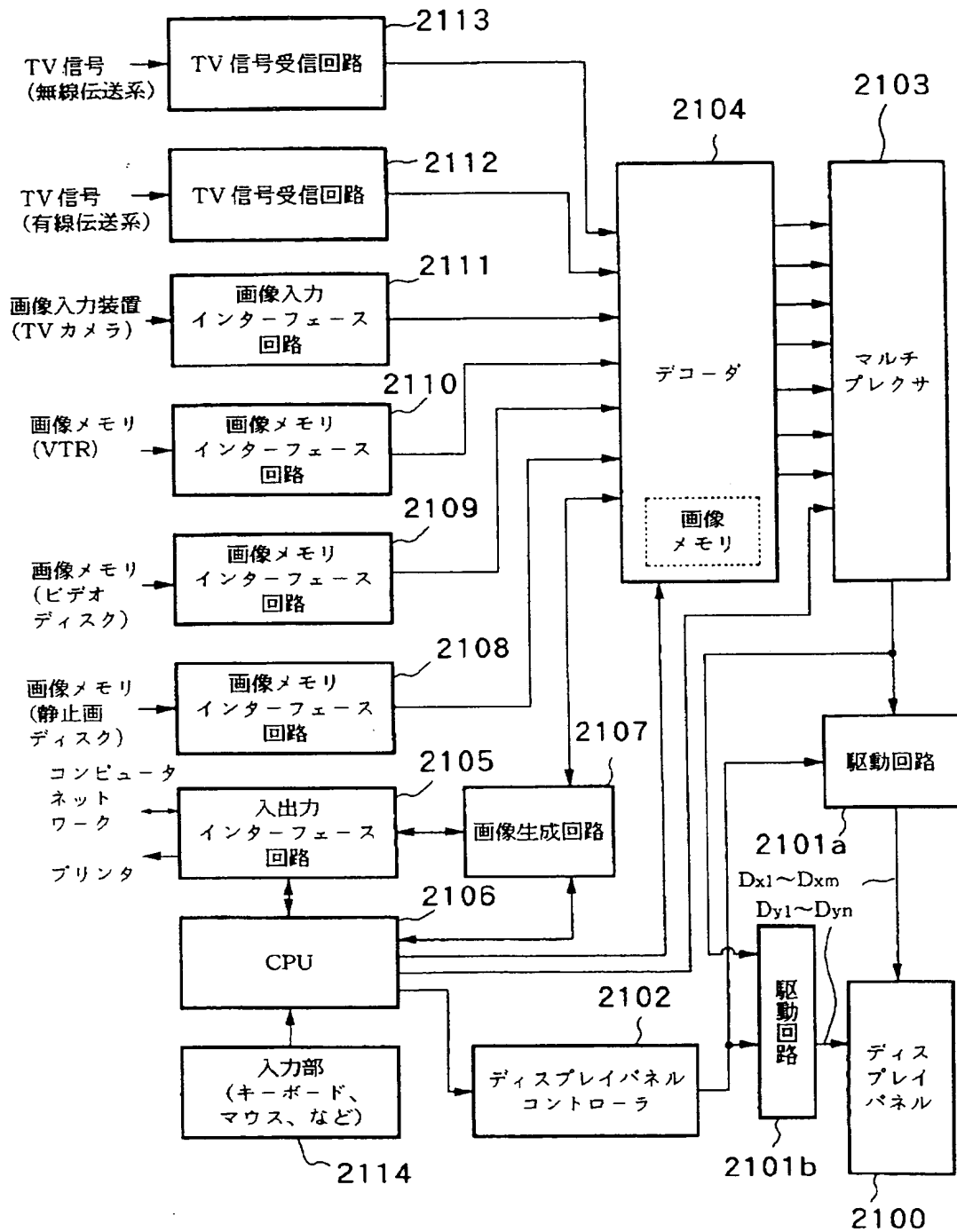
【図14】



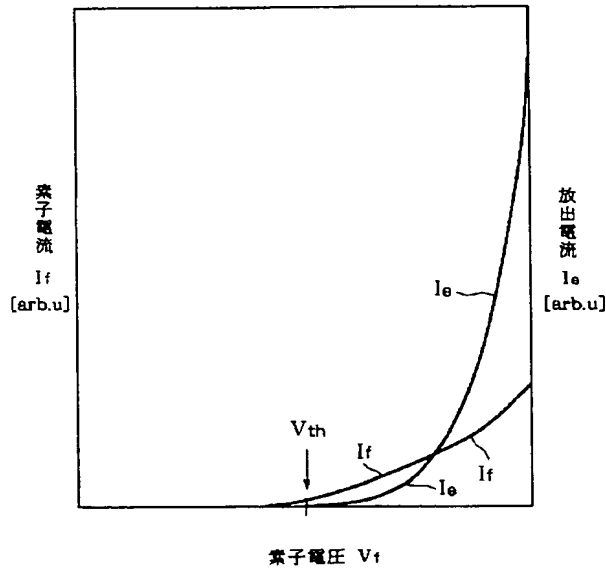
【図16】



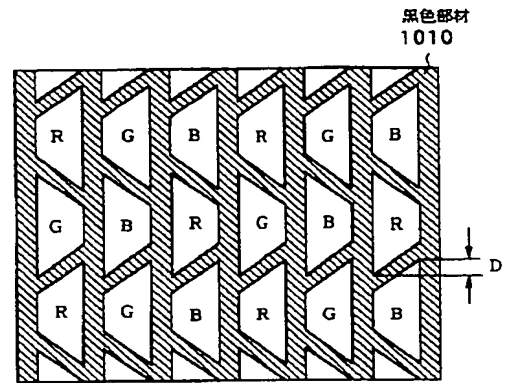
【図12】



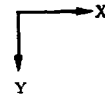
【図17】



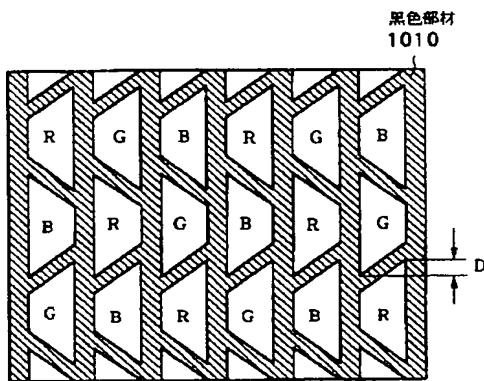
【図19】



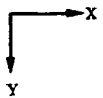
R: 赤色蛍光体  
G: 緑色蛍光体  
B: 青色蛍光体



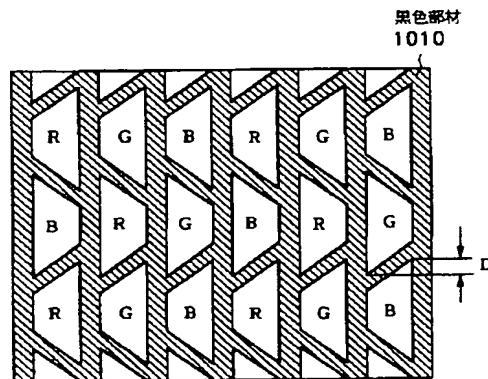
【図20】



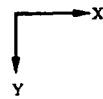
R: 赤色蛍光体  
G: 緑色蛍光体  
B: 青色蛍光体



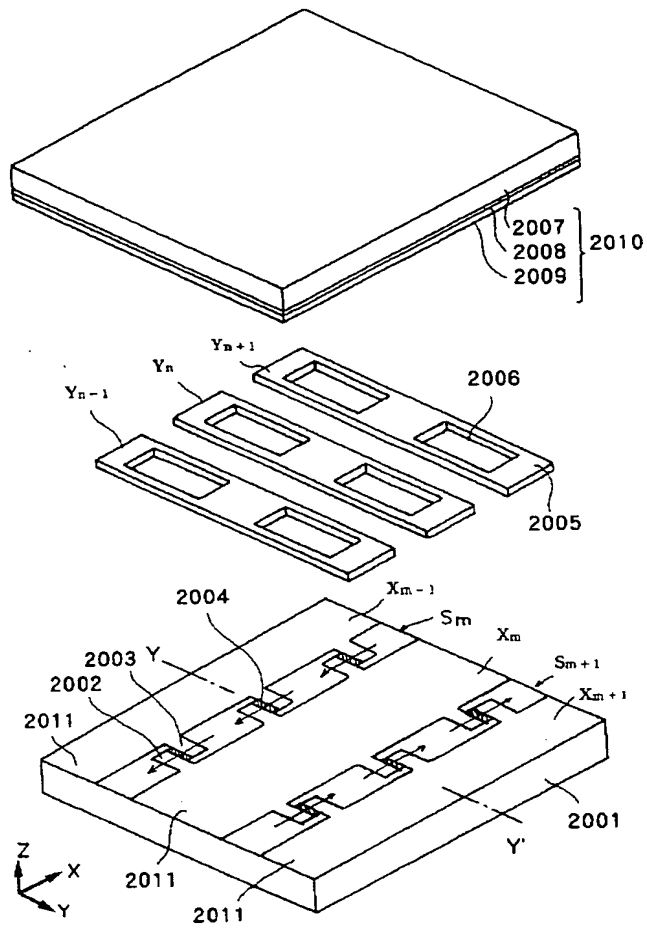
【図21】



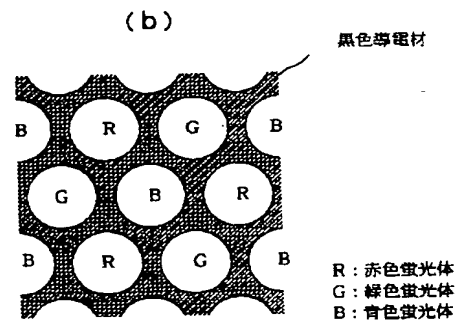
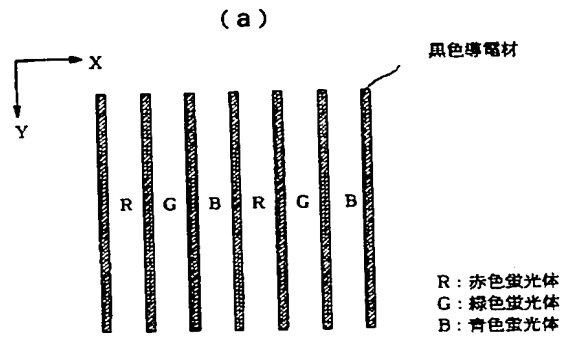
R: 赤色蛍光体  
G: 緑色蛍光体  
B: 青色蛍光体



【図 2 2】



【図 2 7】



【図 2 6】

